

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-099926

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 10-270917

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.09.1998

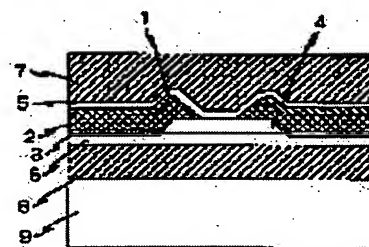
(72)Inventor : KOMURO MATAHIRO  
YOSHIDA NOBUO  
FUYAMA MORIAKI

(54) MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC DISK DEVICE AS WELL AS ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To permit a reproducing track width of high accuracy by consisting electrode films on a megaromagneto-resistance effect film or magneto-resistance effect film of  $\geq 2$  layers, using the film of the upper layer of the electrode films as a mask of the lower layer electrode film and consisting the upper layer of the electrode film of a film contg. elements which are more hardly etched than the lower layer.

SOLUTION: A magnetic domain control film 3 is formed after processing of an SV (GMR) film 4 and the lower layer electrode film 2 is formed on the SV film 4 and the magnetic domain control film 3. The lower layer electrode film 2 is formed and a resist for determining the reproducing track width is patterned and formed by using a photolithography process, by which the upper layer electrode film 1 is formed. The upper layer electrode film 1 is a film containing at least one kind of Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu and Ag. The lower layer electrode film 2 is formed of an alloy containing at least  $\geq 1$  kinds among Ta, Nb, Mo, Al and W. The retreating quantity at the time of etching of the lower layer electrode film 2 may be decreased and the electrode processing of the narrow track reproducing head is made effective.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] A magneto-resistive effect film is between two shield films through a gap film. In the magnetic head to which an electrode layer which passes current on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film touches electrically a magneto-resistive effect film or a giant magneto-resistance film. The magnetic head characterized by consisting of a film containing an element into which an electrode layer on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film becomes from more than two-layer, and uses a film of the upper layer of an electrode layer for as a mask of a lower layer electrode layer, and the upper layer of an electrode layer is hard to be etched rather than a lower layer.

[Claim 2] A magneto-resistive effect film is between two shield films through a gap film. In the magnetic head to which an electrode layer which passes current on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film touches electrically a magneto-resistive effect film or a giant magneto-resistance film. The magnetic head characterized by being the film with which a film of the maximum upper layer of an electrode layer contains noble metals by an electrode layer on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film consisting of more than two-layer, and for thickness of the maximum upper layer being thinner than lower layer thickness, and not contacting a magneto-resistive effect film.

[Claim 3] It is the magnetic disk drive characterized by being the film with which a film of the maximum upper layer of an electrode layer contains Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, and at least one kind of Ag in claim 1 or 2, and an electrode layer of the maximum upper layer not contacting a magneto-resistive effect film.

[Claim 4] A magnetic-head production method by which it is processing [ a magneto-resistive effect film is between two shield films through a gap film, and an electrode layer on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film consists of more than two-layer in the magnetic head to which an electrode layer which passes current on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film touches electrically a magneto-resistive effect film or a giant magneto-resistance film, and ]-by reactant etching-electrode layers other than film of the maximum upper layer of electrode layer characterized.

[Claim 5] A magneto-resistive effect film is between two shield films through a gap film. In the magnetic head to which an electrode layer for passing current on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film touches electrically a magneto-resistive effect film or a giant magneto-resistance film. It is the magnetic head characterized by being the film with which a film of the maximum upper layer of an electrode layer contains an oxide and at least one kind of nitride by an electrode layer on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film consisting of more than two-layer, and an electrode layer of the maximum upper layer not contacting a magneto-resistive effect film.

[Claim 6] The magnetic head characterized by for a magneto-resistive effect film being between two shield films through a gap film, for an electrode layer on a giant magneto-resistance film or a magneto-

resistive effect film consisting of more than two-layer in the magnetic head to which an electrode layer which passes current on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film touches electrically a magneto-resistive effect film or a giant magneto-resistance film, for a gap of a film of the maximum upper layer of an electrode layer being larger than width of face of a lower layer electrode layer, and thickness of the maximum upper layer being thinner than a lower layer.

[Claim 7] The magnetic head characterized by a gap of an electrode layer being narrower than a gap of a magnetic-domain control film in an any 1 term publication of claims 1-6.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the magnetic head and a magnetic disk drive.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thin film magnetic head for magnetic disk drives is formed on the slider held on the disk which carries out high-speed rotation. The reproducing head has the magneto-resistive effect film or giant magneto-resistance film which is a thin film of a ferromagnetic material, and a lower shield film and an up shield film are in the upper and lower sides of a magneto-resistive effect film or a giant magneto-resistance film in an air bearing side. An up shield film may be used also [ layer / of a recording head / lower magnetic pole ]. In order to raise recording density, it is necessary to write in many data on the surface of a magnetic disk.

[0003] For that, there is the method of narrowing a track gap and the width of recording track, and raising recording density. The shield gap and the width of recording track of the reproducing head become narrow with high recording density. It is necessary to make thin thickness of a gap film or a giant magneto-resistance film as a shield gap becomes narrow.

[0004] By the conventional method, a lower gap film is formed on a flat lower shield, patterning of the resist after formation (a lower layer resist / the upper resist) is carried out for a giant magneto-resistance film, an undercut is formed in a lower layer resist by the sentiment method, after etching, a magnetic-domain control film, and an electrode layer are exfoliated from the lower layer resist after formation by the ion milling method in a giant magneto-resistance film (it is called SV film below), and the magnetic-domain control film and electrode layer on the upper resist are Next, an up gap film is formed by the sputtering method, and an up shield film is formed by plating or the sputtering method.

[0005] The undercut of the lower layer resist of SV film is formed by the sentiment method, and the amount of undercuts is changed by baking conditions and thickness of a lower layer resist. Thickness fluctuation of a lower layer resist and fluctuation of the amount of undercuts will cause [ of the width of face of SV film under a lower layer resist, the gap of a magnetic-domain control film, and an electrode spacing ] fluctuation, if the width of recording track becomes narrow.

[0006] By the conventional method, the width of recording track is determined on the width of face, the thickness, and the milling conditions of the upper layer and a lower layer resist, and while the width of recording track becomes narrow, the variation in a configuration becomes large. An example with an electrode spacing narrower than the gap of a magnetic-domain control film is U.S. Pat. No. 5438470. It is indicated and the example of the two-layer electrode of Au50-300 nm/Ta10nm is indicated.

[0007] However, there is no publication about the reactant etching method, and there is no explanation also about the point of using the maximum upper layer of an electrode for a lower layer mask. Moreover, the direction made thinner than the thickness of lower layer electrode layers other than a mask can process into high degree of accuracy the film of the maximum upper layer used as a mask. Since thickness is thicker than Ta and the direction of Au becomes [ the shift amount at the time of

etching ] large by the above-mentioned well-known example, it is difficult to process narrow regenerative-track width of face into high degree of accuracy. Then, it is important for the thickness of a mask film to make it thinner than the thickness of a lower layer film so that it may indicate to this

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention has a magneto-resistive effect film through a gap film between two shield films. In the magnetic head to which the electrode layer for passing current on a giant magneto-resistance film or a magneto-resistive effect film touches electrically the magneto-resistive effect film or the giant magneto-resistance film. In order to process the gap of an electrode layer narrowly, an electrode layer is carried out to more than two-layer using the reactant etching method. The technique and the electrode configuration which obtain the regenerative-track width of face of high degree of accuracy are offered by using as a mask film at the time of etching by using the upper electrode layer as the film which is hard to be etched.

[0009]

[Means for Solving the Problem] By this invention, regenerative-track width of face is determined at intervals of an electrode layer, the etching method is used for processing of an electrode layer, and a configuration of an electrode layer and a processing method of an electrode layer are specified. A part of electrode layer contacts a magneto-resistive effect film, and it detects, voltage change, i.e., an output, of a magneto-resistive effect film.

[0010] In this invention, as shown in drawing 5 (6), an electrode layer consists of more than two-layer, and it consists of an upper electrode layer 1 and a lower layer electrode layer 2, a part of lower layer electrode layer 2 contacts the magneto-resistive effect film 4 physically, and the upper electrode layer 1 does not touch the magneto-resistive effect film 4 physically. The upper electrode layer 1 is used for a mask of the lower layer electrode layer 2. The magnetic-domain control film 3 after processing is formed for the magneto-resistive effect film 4, and the lower layer electrode layer 2 is formed on the magneto-resistive effect film 4 or the magnetic-domain control film 3.

[0011] A cross section parallel to a surfacing side of magneto-resistive effect film 4 near after forming a lower layer electrode layer by method of either the sputtering method, a vacuum deposition method or a CVD method is shown in drawing 5 (1). In this case, the magneto-resistive effect film 4 is formed on the lower gap film 6 formed on the lower shield film 8. A lower shield film is formed by the galvanizing method or the sputtering method. Next, with a vacuum deposition method, or the sputtering method or a CVD method, the upper electrode layer 1 is formed, as a resist pattern as shown in (2) is formed using a HOTORISO process and the resist 11 for determining regenerative-track width of face on the lower layer electrode layer 2 is shown in (3).

[0012] A resist 11 exfoliates, and a gap of a resist 11 is imprinted by the upper electrode layer 1, and it serves as a configuration of (4). In order to make it a configuration of (4), the ion milling method etc. may be used from the side of a resist 11, and an affix of the side may be removed. After the upper electrode layer 1 is processed into a configuration of (4), an electrode layer which is under the upper electrode layer 1 using the reactant etching method is etched at intervals of the upper electrode layer 1.

[0013] At this time, mixed gas which contains a fluorine, chlorine, or at least one kind of ammonia as etching gas is used. If the upper electrode layer 1 retreats at the time of reactant etching, a gap of the lower layer electrode layer 2 will also become large, and a difference with a gap of a photo mask or the upper electrode layer 1 will become large.

[0014] The upper electrode layer is a film containing Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, and at least one kind of Ag, a lower layer electrode layer is an alloy containing at least one or more kinds of Ta, Nb(s), Mo, aluminum, and W which are the material which is easy to carry out reactant etching, and the upper electrode layer or a lower layer electrode layer can lower resistance of an electrode layer by multilayering further.

[0015] When F (fluorine) is included as reactant etching gas, a material containing Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Ag, or other noble-metals elements can be used for the upper electrode layer 1 at a lower layer electrode layer using a film containing Ta, Nb, Mo, or W. As for combination of these materials, it is

desirable for a selection ratio of the upper electrode layer and a lower layer electrode layer to become ten or more in etching conditions of the lower layer electrode layer 2.

[0016] By making it such combination, the amount of back spaces at the time of etching of a lower layer electrode layer can be reduced. Thickness of the upper electrode layer may be thinner than thickness of lower layer electrode layers other than the upper electrode layer. However, as long as low resistance and migration-proof nature are high and precision of an electrode spacing is high, thickness of the upper electrode layer may become thick. An oxide and a nitride may be used for the upper electrode layer 1 in addition to a film containing the above-mentioned noble-metals element.

[0017] Such an upper electrode layer 1 does not retreat, when etching the lower layer electrode layer 2, but since only the lower layer electrode layer 2 is etched, an electrode spacing of the lower layer electrode layer 2 can create an electrode spacing which was mostly in agreement with width of face of a resist 11 almost in accordance with an electrode spacing of the upper electrode layer 1.

[0018] After processing of the lower layer electrode layer 2 forms an up gap film, and forms an up shield film still like drawing 5 (6). By using an electrode layer of this configuration, and reactant etching, a cone angle of an electrode layer can also be controlled, thickness on a taper of an up gap film can be made into thickness near a flat part, and the pressure-proof high reproducing head can be manufactured.

[0019] That is, in this invention, it made it possible to etch a gap of a lower layer electrode layer into high degree of accuracy by making an electrode layer into a multilayer and using the upper electrode layer as a material by which reactant etching cannot be carried out easily, using the upper electrode layer as a mask of a lower layer electrode layer. Or more with ten, if a selection ratio of the upper electrode layer at the time of reactant etching and a lower layer electrode layer is high, it can make the upper electrode layer thin, and it can make small the amount of back spaces of a lower layer electrode layer electrode layer, and is effective in electrode processing of the \*\* truck reproducing head.

[0020]

[Embodiment of the Invention] The example of this invention is explained below. Drawing 4 shows the cross section near the magneto-resistive effect film of the surfacing side (data-medium opposed face) of the magnetic head used for a magnetic disk drive from drawing 1. A part of electrode layer contacts a magneto-resistive effect film, and it detects, voltage change, i.e., the output, of a magneto-resistive effect film. As shown in drawing 5 from drawing 1, an electrode layer consists of more than two-layer. In other than drawing 2, it consists of an upper electrode layer 1 and a lower layer electrode layer 2, a part of lower layer electrode layer 2 contacts the magneto-resistive effect film 4 physically, and the upper electrode layer 1 does not touch the magneto-resistive effect film 4 physically. The upper electrode layer 1 of drawing 4 is used for the mask of the lower layer electrode layer 2 from drawing 1.

[0021] First, drawing 1 is explained below. The magnetic-domain control film 3 after processing is formed for the magneto-resistive effect film 4, and the lower layer electrode layer 2 is formed on the magneto-resistive effect film 4 or the magnetic-domain control film 3. The lower layer electrode layer 2 is formed by the method of either the sputtering method, a vacuum deposition method or a CVD method. In this case, the magneto-resistive effect film 4 is formed on the lower gap film 6 formed on the lower shield film 8. A lower shield film is formed by the galvanizing method or the sputtering method.

[0022] Next, with a vacuum deposition method, or the sputtering method or a CVD method, the upper electrode layer 1 is formed, as a resist pattern as shown in (2) is formed using a HOTORISO process and the resist 11 for determining regenerative-track width of face on the lower layer electrode layer 2 is shown in (3). A resist 11 exfoliates, and the gap of a resist 11 is imprinted by the upper electrode layer and it serves as a configuration of (4).

[0023] In order to make it the configuration of (4), the ion milling method etc. may be used from the side of a resist 11, and the affix of the side may be removed. After the upper electrode layer 1 is processed into the configuration of (4), the electrode layer which is under the upper electrode layer 1 using the reactant etching method is etched at intervals of the upper electrode layer 1. At this time, the mixed gas which contains a fluorine, chlorine, or at least one kind of ammonia as etching gas is used. If the upper electrode layer 1 retreats at the time of reactant etching, the gap of the lower layer electrode



layer 2 will also become large, and a difference with the gap of a photo mask or the upper electrode layer 1 will become large.

[0024] The upper electrode layer is a film containing Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, and at least one kind of Ag, a lower layer electrode layer is an alloy containing at least one or more kinds of Ta, Nb(s), Mo, aluminum, and W which are the material which is easy to carry out reactant etching, and the upper electrode layer or a lower layer electrode layer can lower resistance of an electrode layer by multilayering further.

[0025] When F (fluorine) is included as reactant etching gas, the material containing Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Ag, or other noble-metals elements can be used for the upper electrode layer 1 at a lower layer electrode layer using the film containing Ta, Nb, Mo, or W. As for the combination of these materials, it is desirable for the selection ratio of the upper electrode layer and a lower layer electrode layer to become ten or more in the etching conditions of the lower layer electrode layer 2.

[0026] By making it such combination, the amount of back spaces at the time of etching of a lower layer electrode layer can be reduced. The thickness of the upper electrode layer may be thinner than the thickness of lower layer electrode layers other than the upper electrode layer.

[0027] However, as long as low resistance and migration-proof nature are high and the precision of an electrode spacing is high, the thickness of the upper electrode layer may become thick. The electrode configuration after etching is shown in (5). F is not used but it is Ar+O<sub>2</sub>. A noble-metals film can be used for a lower layer electrode layer by etching using mixed gas. An oxide film and a nitride film are used for the upper electrode layer which serves as a mask at this time. The taper angle of an electrode edge is 80 degrees from 30 degrees.

[0028] Drawing 6 is the case where the record reproducing head which used the reproducing head of this invention is seen from a surfacing side. The lower shield film 8 formed on the substrate is a NiFe alloy film, the Sendust film, or a soft magnetism amorphous alloy film. On the lower shield 8, they are aluminum 2O<sub>3</sub> of 80nm or less of thickness, Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and SiO<sub>2</sub>. The lower gap film 6 which consists of either a mixed film or a nitride is formed with the sputtering method or a CVD method.

[0029] As for the irregularity on the lower gap film 2, it is desirable that it is 10nm or less. SV film is produced by the sputtering method or the ion beam sputtering method on the lower gap 6. A film configuration is Ta5 nm/NiFe5 nm/Co1 nm/Cu2.5 nm/Co3 nm/CrMnPt25 nm/Ta3nm from a substrate side.

[0030] Instead of CrMnPt which is an antiferromagnetism film, a MnPt alloy and a NiMn alloy are sufficient. There may not be Ta on an antiferromagnetism film. Moreover, the film configuration which has an antiferromagnetism film in a substrate side is also possible. Or SV film with which the laminating of the fixed bed or the free layer was carried out using Ru is sufficient. The magnetic-domain control film 3 is produced with the sputtering method, a vacuum deposition method, etc. to the both ends of SV film.

[0031] the magnetic-domain control film 3 -- a CoCrPt alloy, CoPt alloys, or these alloy films -- ZrO<sub>2</sub> etc. -- it is the film which added the oxide and it is also possible to use the film of nonmagnetic bcc structures, such as Cr, Nb, and Mo, as a substrate film of these films. The coercive force of these films is about 1000 to 1500 Oe. Before carrying out lift off of the magnetic-domain control film, Cr or a precious alloy thin as a protective coat of a magnetic-domain control film, or a refractory metal film may be formed.

[0032] The gap film 5 is produced with the sputtering method, a CVD method, etc. It is a multilayer more than electrode layer two-layer, and either of Ta, TaW, Ru, Ir(s), Nb(s), and Pt(s) which are low specific resistance and a refractory material is included. It can also consider as the electrode which consists of Ta/Au/Ta and multilayers like Ru/Pt/Ru. The thickness of the lower layer electrode layer 2 is 200nm or less.

[0033] Moreover, the up gap 5 is aluminum 2O<sub>3</sub>, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, and SiO<sub>2</sub>. Or it is these mixed films and forms at the sputtering method or low temperature (substrate temperature of 250 degrees C or less) CVD. Furthermore, the up shield film (lower magnetic pole of a recording head) 7 is formed with the

sputtering method or plating on this, and the recording head is protected by the magnetic film, the protective coat 22, and protective coat 26 which consisted of the lower magnetic pole layer 21, a gap film 23, an up magnetic pole layer 24, and a high specific resistance magnetic pole layer 25. In addition, it is better for the high specific resistance magnetic pole layer 25 to lessen leakage of a magnetic field from magnetic pole layer 25 edge by separating 1 micrometers or more from a surfacing side apart from drawing 6 and drawing 7. Moreover, the directions of the recording head which trimmed the up shield film like drawing 7 decrease in number [ an edge magnetic field ], and magnetic field inclination increases.

[0034] Drawing 8 is one example of the perspective diagram of the record reproducing head. The Records Department consists of magnetic films which consisted of the lower magnetic pole layer 103, a gap film 102, an up magnetic pole layer 101, and a high specific resistance magnetic pole layer 107, and the playback section can change change of the leakage magnetic field from a sink and the record bit 110 into the SV film 104 on the lower shield film 106 for current through an electrode layer 105 at change of voltage.

[0035] The positioning system 32, the magnetic head 21 of this invention, data medium 11, the spindle 31, and the signal-processing system 33 are carried in the magnetic disk drive.

[0036]

[Effect of the Invention] In this invention, the optimal structure and the producing method for a \*\*\*\*\* truck of the reproducing head of a record playback separation arm head are indicated, and the magnetic-recording arm head used for a two or more surface recording density 10 Gb/in magnetic disk drive can be offered.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional side elevation showing a part of manufacture method of the magnetic head which is the example of this invention.

[Drawing 2] The sectional side elevation showing a part of manufacture method of the magnetic head which is the example of this invention.

[Drawing 3] The sectional side elevation showing a part of manufacture method of the magnetic head which is the example of this invention.

[Drawing 4] The sectional side elevation showing a part of manufacture method of the magnetic head which is the example of this invention.

[Drawing 5] The sectional side elevation in which (1) to (6) shows the manufacture sequence of the magnetic head.

[Drawing 6] The sectional side elevation of the magnetic head shown as other examples of this invention.

[Drawing 7] The sectional side elevation of the magnetic head shown as other examples of this invention.

[Drawing 8] The perspective diagram of the record reproducing head of this invention.

[Drawing 9] The block diagram of the magnetic disk drive which used the magnetic head of this invention.

## [Description of Notations]

1 [ -- SV (GMR) film, ] -- The upper electrode layer, 2 -- A lower layer electrode layer, 3 -- A magnetic-domain control film, 4 5 -- A gap (up gap) film, 6 -- A lower gap film, 7 -- Up shield film, 8 [ -- Lower magnetic pole layer, ] -- A lower shield film, 9 -- A substrate, 11 -- A magnetic disk, 21 21' [ -- Up magnetic pole film, ] -- The magnetic head, 22 -- A protective coat, 23 -- A gap film, 24 25 [ -- Positioning system, ] -- A high specific resistance magnetic pole layer, 26 -- A protective coat, 31 -- A spindle, 32 33 [ -- A lower magnetic pole layer 104 / -- SV film, 105 / -- An electrode layer, 106 / -- A substrate, 107 / -- A high specific resistance magnetic pole layer, 108 / -- An up shield film, 109 / -- A coil, 110 / -- Record bit. ] -- A signal-processing system, 101 -- An up magnetic pole layer, 102 -- A gap film, 103

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

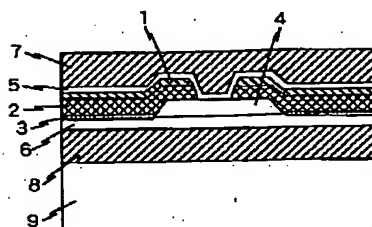
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

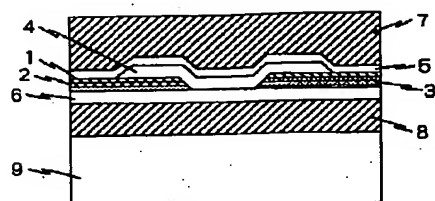
[Drawing 1]

図 1



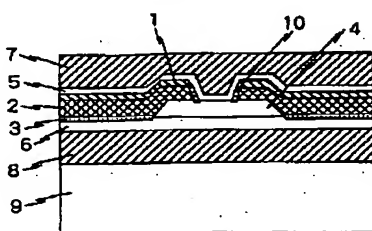
[Drawing 2]

図 2



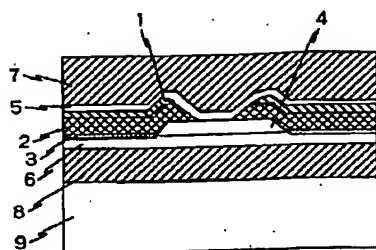
[Drawing 3]

図 3



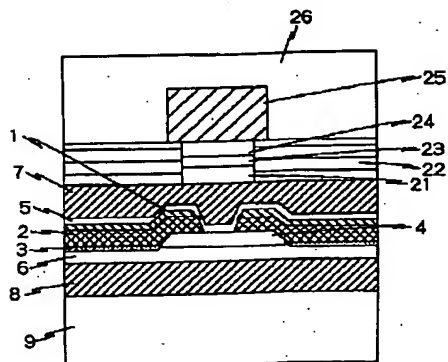
[Drawing 4]

図 4



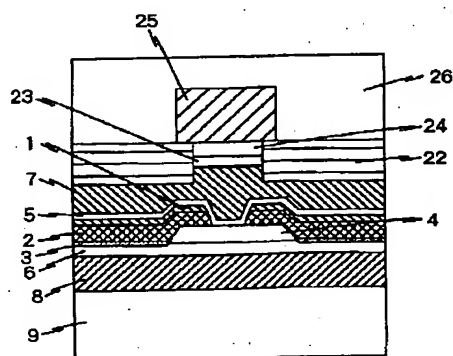
[Drawing 6]

図 6



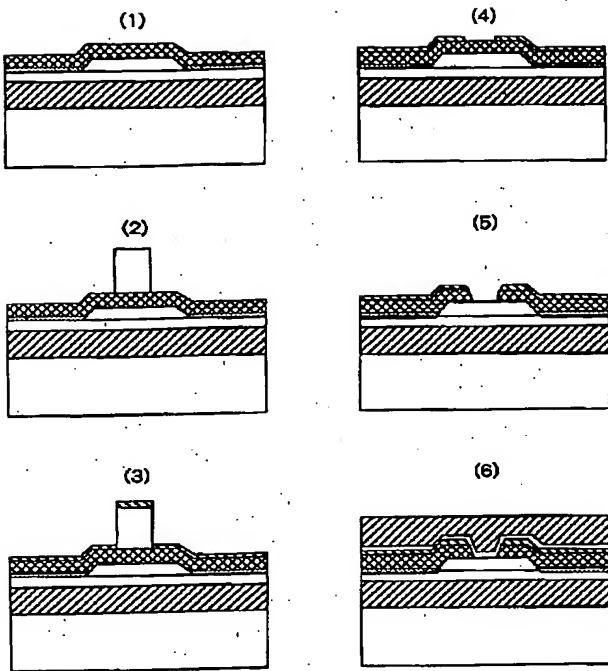
[Drawing 7]

図 7



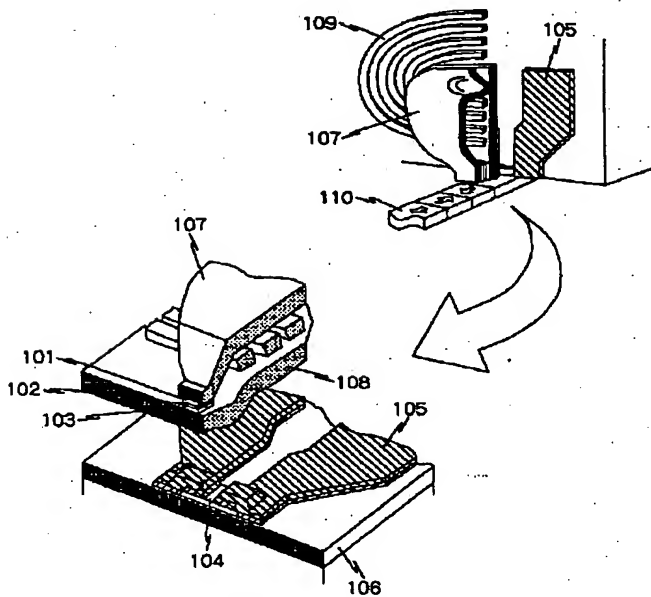
[Drawing 5]

図 5



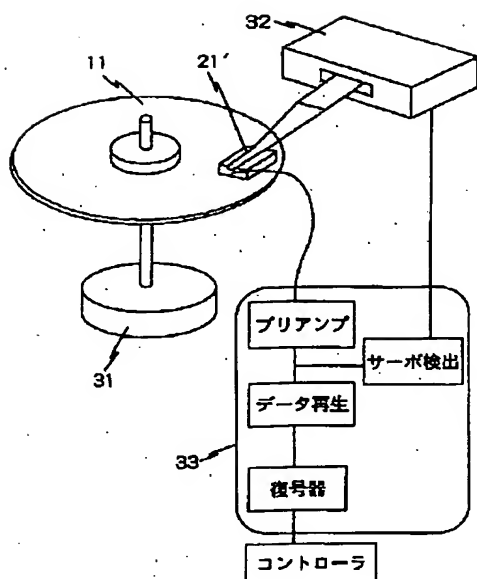
[Drawing 8]

図 8



[Drawing 9]

図 9



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-99926

(P 2000-99926A)

(43) 公開日 平成12年4月7日(2000. 4. 7)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5D034

審査請求 未請求 請求項の数 7

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-270917

(22) 出願日 平成10年9月25日(1998. 9. 25)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小室 又洋

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 芳田 伸雄

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

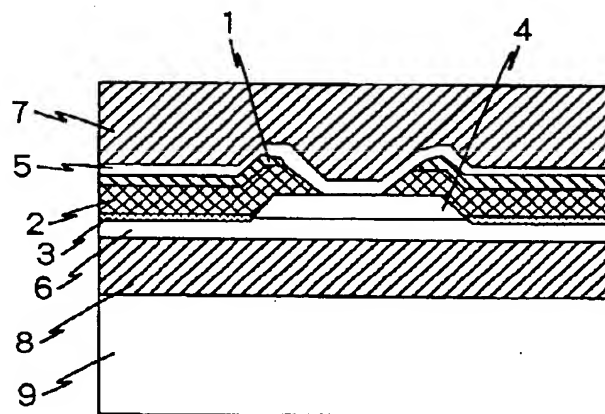
(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド及び磁気ディスク装置並びにその作製法

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、高精度の再生トラック幅を得る電極構成を提供するものである。

【解決手段】 本発明では電極膜を多層にし、上層電極膜を反応性エッチングされにくい材料にすることにより、上層電極膜を下層電極膜のマスクとして用い、下層電極膜の間隔を高精度にエッチングすることを可能にした。

図 4





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つのシールド膜の間にギャップ膜を介して磁気抵抗効果膜があり、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜に電流を流す電極膜が磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜に電氣的に接触している磁気ヘッドにおいて、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜上の電極膜が2層以上からなり、電極膜の上層の膜を下層電極膜のマスクとして用いており、電極膜の上層が下層よりもエッチングされにくい元素を含む膜からなることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 2】 2つのシールド膜の間にギャップ膜を介して磁気抵抗効果膜があり、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜に電流を流す電極膜が磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜に電氣的に接触している磁気ヘッドにおいて、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜上の電極膜が2層以上からなり、電極膜の最上層の膜が貴金属を含む膜であり、かつ最上層の膜厚が下層の膜厚よりも薄く、磁気抵抗効果膜と接触しないことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、電極膜の最上層の膜が Ru, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Ag を少なくとも1種類含む膜であり、最上層の電極膜は磁気抵抗効果膜と接触しないことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 4】 2つのシールド膜の間にギャップ膜を介して磁気抵抗効果膜があり、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜に電流を流す電極膜が磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜に電氣的に接触している磁気ヘッドにおいて、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜上の電極膜が2層以上からなり、電極膜の最上層の膜以外の電極膜を反応性のエッチングにより加工すること特徴とする磁気ヘッド作製方法。

【請求項 5】 2つのシールド膜の間にギャップ膜を介して磁気抵抗効果膜があり、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜に電流を流すための電極膜が磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜に電氣的に接触している磁気ヘッドにおいて、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜上の電極膜が2層以上からなり、電極膜の最上層の膜が酸化物や窒化物を少なくとも1種類含む膜であり、最上層の電極膜は磁気抵抗効果膜と接触しないことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 6】 2つのシールド膜の間にギャップ膜を介して磁気抵抗効果膜があり、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜に電流を流す電極膜が磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜に電氣的に接触している磁気ヘッドにおいて、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜上の電極膜が2層以上からなり、電極膜の最上層の膜の間隔が下層の電極膜の幅よりも広く、最上層の膜厚が下層よりも薄いことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載におい

て、電極膜の間隔が磁区制御膜の間隔よりも狭いことを特徴とする磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気ヘッド及び磁気ディスク装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置用薄膜磁気ヘッドは高速回転するディスク上で保持されたスライダ上に形成される。再生ヘッドは強磁性材料の薄膜である磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜を有し、エアベアリング面には磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜の上下に下部シールド膜と上部シールド膜がある。上部シールド膜は記録ヘッドの下部磁極層と兼用する場合もある。記録密度を高めるためには磁気ディスクの表面に多くのデータを書き込む必要がある。

【0003】 このためには、トラック間隔及びトラック幅を狭くして記録密度を高める方法がある。再生ヘッドのシールド間隔及びトラック幅は高記録密度と共に狭くなる。シールド間隔が狭くなるに従いギャップ膜や巨大磁気抵抗効果膜の膜厚を薄くする必要がある。

【0004】 従来の方法では平坦な下部シールド上に下部ギャップ膜を形成し、巨大磁気抵抗効果膜を形成後レジスト（下層レジスト／上層レジスト）をパターンニングし、下層レジストにウェット法でアンダーカットを形成し巨大磁気抵抗効果膜（以下SV膜と呼ぶ）をイオンミリング法でエッチング後、磁区制御膜及び電極膜を形成後下層レジストから剥離し上層レジスト上の磁区制御膜や電極膜を除去する。次に上部ギャップ膜をスパッタリング法で形成し、上部シールド膜をめっきあるいはスパッタリング法で形成する。

【0005】 SV膜の下層レジストのアンダーカットはウェット法で形成されアンダーカット量は下層レジストのベーク条件や膜厚により変動する。下層レジストの膜厚変動及びアンダーカット量の変動はトラック幅が狭くなると、下層レジストの下にあるSV膜の幅、磁区制御膜の間隔及び電極間隔の変動の原因となる。

【0006】 従来の方法ではトラック幅は上層及び下層レジストの幅や膜厚とミリング条件で決定され、トラック幅が狭くなるとともに形状のバラツキが大きくなる。電極間隔が磁区制御膜の間隔より狭い例が米国特許5438470に記載されており、Au50-300nm/Ta10nmの2層電極の例が記載されている。

【0007】 しかし反応性のエッチング方法に関する記載はなく、電極の最上層を下層のマスクに用いる点についても説明がない。また、マスクとして用いる最上層の膜はマスク以外の下層の電極膜の膜厚よりも薄くした方が高精度に加工できる。上記公知例ではAuの方がTaよりも膜厚が厚いためエッチング時のシフト量が大きくなるため狭い再生トラック幅を高精度に加工するのは困

難である。そこで本特許に記載するようにマスク膜の膜厚は、下層膜の膜厚よりも薄くすることが重要である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、2つのシールド膜の間にギャップ膜を介して磁気抵抗効果膜があり、巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜に電流を流すための電極膜が磁気抵抗効果膜あるいは巨大磁気抵抗効果膜に電氣的に接触している磁気ヘッドにおいて、電極膜の間隔を狭く加工するために反応性のエッチング法を用い、電極膜を2層以上とし、上層の電極膜をエッチングされにくい膜にすることによりエッチング時のマスク膜として用いることにより高精度の再生トラック幅を得る手法及び電極構成を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では再生トラック幅を電極膜の間隔で決定し、電極膜の加工にエッチング法を使用し、電極膜の構成と電極膜の加工方法を規定したものである。電極膜の一部は磁気抵抗効果膜と接触し、磁気抵抗効果膜の電圧変化すなわち出力を検知する。

【0010】本発明では図5(6)に示すように電極膜は2層以上からなり、上層電極膜1と下層電極膜2から構成され、下層電極膜2の一部が磁気抵抗効果膜4と物理的に接触し、上層電極膜1は物理的に磁気抵抗効果膜4と接触していない。上層電極膜1は下層電極膜2のマスクに用いられる。磁気抵抗効果膜4を加工後磁区制御膜3を形成し、下層電極膜2を磁気抵抗効果膜4や磁区制御膜3上に形成する。

【0011】下層電極膜をスパッタリング法、真空蒸着法あるいはCVD法のいずれかの方法で形成した後の磁気抵抗効果膜4付近の浮上面に平行な断面を図5(1)に示す。この場合磁気抵抗効果膜4は下部シールド膜8上に形成された下部ギャップ膜6上に形成される。下部シールド膜はめっき法あるいはスパッタリング法で形成する。下層電極膜2の上に再生トラック幅を決定するためのレジスト11をホトリソプロセスを用いて(2)のようなレジストパターンを形成し、次に上層電極膜1を真空蒸着法やスパッタリング法あるいはCVD法で

(3)に示すように形成する。

【0012】レジスト11は剥離しレジスト11の間隔が上層電極膜1に転写され、(4)の形状となる。

(4)の形状にするためにレジスト11の側面からイオンミリング法等を用いて側面の付着物を除去しても良い。上層電極膜1が(4)の形状に加工された後、反応性のエッチング法を用いて上層電極膜1の下にある電極膜を上層電極膜1の間隔でエッチングする。

【0013】この時、エッチングガスとしてフッ素あるいは塩素あるいはアンモニアをすくなくとも一種類含む混合ガスを用いる。反応性エッチング時に上層電極膜1が後退すると下層電極膜2の間隔も広くなり、ホトマス

クあるいは上層電極膜1の間隔との差が大きくなる。

【0014】上層電極膜はRu, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Agを少なくとも1種類含む膜であり、下層電極膜は反応性エッチングし易い材料であるTa, Nb, Mo, Al, Wを少なくとも1種類以上含む合金であり、上層電極膜あるいは下層電極膜はさらに多層化することにより電極膜の抵抗をさげることが可能である。

【0015】反応性エッチングガスとしてF(フッ素)を含む場合下層電極膜にはTa, Nb, MoあるいはWを含む膜を用い、上層電極膜1にはRu, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Agあるいはその他の貴金属元素を含む材料が使用できる。これらの材料の組合せは下層電極膜2のエッチング条件において上層電極膜と下層電極膜の選択比が10以上となることが、望ましい。

【0016】このような組合せにすることにより、下層電極膜のエッチング時の後退量を低減することができる。上層電極膜の膜厚は上層電極膜以外の下層電極膜の膜厚よりも薄くて良い。しかし、低抵抗かつ耐マイグレーション性が高くかつ電極間隔の精度が高ければ上層電極膜の膜厚は厚くなくても良い。上層電極膜1には上記貴金属元素を含む膜以外に酸化物や窒化物を使用しても良い。

【0017】このような上層電極膜1は下層電極膜2をエッチングする時に後退せず、下層電極膜2のみエッチングされるため下層電極膜2の電極間隔は上層電極膜1の電極間隔にほぼ一致し、レジスト11の幅にほぼ一致した電極間隔を作成することができる。

【0018】下層電極膜2の加工後は上部ギャップ膜を形成し、さらに図5(6)のように上部シールド膜を形成する。本構成の電極膜及び反応性エッチングを用いることにより電極膜のテーパ角度も制御することができ、上部ギャップ膜のテーパ上の膜厚を平坦部に近い膜厚にすることができ耐圧の高い再生ヘッドを製造することができる。

【0019】即ち、本発明では電極膜を多層にし、上層電極膜を反応性エッチングされにくい材料にすることにより、上層電極膜を下層電極膜のマスクとして用い、下層電極膜の間隔を高精度にエッチングすることを可能にした。反応性エッチング時の上層電極膜と下層電極膜の選択比が10以上と高ければ上層電極膜を薄くでき、かつ下層電極膜電極膜の後退量を小さくすることができ、狭トラック再生ヘッドの電極加工には有効である。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を以下に説明する。図1から図4は磁気ディスク装置に使用される磁気ヘッドの浮上面(媒体対向面)の磁気抵抗効果膜付近の断面を示したものである。電極膜の一部は磁気抵抗効果膜と接触し、磁気抵抗効果膜の電圧変化すなわち出力を検知する。図1から図5に示すように電極膜は2層以上からなる。図2以外の場合は上層電極膜1と下層電極膜

2から構成され、下層電極膜2の一部が磁気抵抗効果膜4と物理的に接触し、上層電極膜1は物理的に磁気抵抗効果膜4と接触していない。図1から図4の上層電極膜1は下層電極膜2のマスクに用いられる。

【0021】まず、図1について以下に説明する。磁気抵抗効果膜4を加工後磁区制御膜3を形成し、下層電極膜2を磁気抵抗効果膜4や磁区制御膜3上に形成する。下層電極膜2をスパッタリング法、真空蒸着法あるいはCVD法のいずれかの方法で形成する。この場合磁気抵抗効果膜4は下部シールド膜8上に形成された下部ギャップ膜6上に形成される。下部シールド膜はめっき法あるいはスパッタリング法で形成する。

【0022】下層電極膜2の上に再生トラック幅を決定するためのレジスト11をホトリソプロセスを用いて

(2)のようなレジストパターンを形成し、次に上層電極膜1を真空蒸着法やスパッタリング法あるいはCVD法で(3)に示すように形成する。レジスト11は剥離しレジスト11の間隔が上層電極膜1に転写され、(4)の形状となる。

【0023】(4)の形状にするためにレジスト11の側面からイオンミリング法等を用いて側面の付着物を除去しても良い。上層電極膜1が(4)の形状に加工された後、反応性のエッチング法を用いて上層電極膜1の下にある電極膜を上層電極膜1の間隔でエッチングする。この時、エッチングガスとしてフッ素あるいは塩素あるいはアンモニアをすくなくとも一種類含む混合ガスを用いる。反応性エッチング時に上層電極膜1が後退すると下層電極膜2の間隔も広くなり、ホトマスクあるいは上層電極膜1の間隔との差が大きくなる。

【0024】上層電極膜はRu, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Agを少なくとも1種類含む膜であり、下層電極膜は反応性エッチングし易い材料であるTa, Nb, Mo, Al, Wを少なくとも1種類以上含む合金であり、上層電極膜あるいは下層電極膜はさらに多層化することにより電極膜の抵抗をさげることが可能である。

【0025】反応性エッチングガスとしてF(フッ素)を含む場合下層電極膜にはTa, Nb, MoあるいはWを含む膜を用い、上層電極膜1にはRu, Ir, Cr, Au, Pt, Cu, Agあるいはその他の貴金属元素を含む材料が使用できる。これらの材料の組合せは下層電極膜2のエッチング条件において上層電極膜と下層電極膜の選択比が10以上となることが、望ましい。

【0026】このような組合せにすることにより、下層電極膜のエッチング時の後退量を低減することができる。上層電極膜の膜厚は上層電極膜以外の下層電極膜の膜厚よりも薄くて良い。

【0027】しかし、低抵抗かつ耐マイグレーション性が高くかつ電極間隔の精度が高ければ上層電極膜の膜厚は厚くなっても良い。エッチングした後の電極形状を

(5)に示す。Fを使用せずAr+O<sub>2</sub>混合ガスを用い

たエッチングにより下層電極膜に貴金属膜を用いることができる。この時マスクとなる上層電極膜には酸化物質、窒化物膜が用いられる。電極端部のテーパ角は30度から80度である。

【0028】図6は本発明の再生ヘッドを用いた記録再生ヘッドを浮上面側から見た場合である。基板上に形成した下部シールド膜8は、NiFe合金膜、センダスト膜あるいは軟磁性非晶質合金膜である。下部シールド8上には膜厚80nm以下のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とSiO<sub>2</sub>の混合膜あるいは窒化膜のいずれかからなる下部ギャップ膜6をスパッタリング法やCVD法で形成する。

【0029】下部ギャップ膜2上の凹凸は10nm以下であることが望ましい。下部ギャップ6上にSV膜をスパッタリング法やイオンビームスパッタリング法で作製する。膜構成は基板側からTa5nm/NiFe5nm/Co1nm/Cu2.5nm/Co3nm/CrMnP t25nm/Ta3nmである。

【0030】反強磁性膜であるCrMnP tの代わりに、MnP t合金、NiMn合金でも良い。反強磁性膜上のTaは無くても良い。また反強磁性膜が基板側にある膜構成でも可能である。あるいはRuを用いて固定層や自由層が積層されたSV膜でも良い。SV膜の両端部に磁区制御膜3をスパッタリング法や真空蒸着法等で作製する。

【0031】磁区制御膜3はCoCrPt合金、CoPt合金あるいはこれらの合金膜にZrO<sub>2</sub>等の酸化物を添加した膜であり、これらの膜の下地膜として非磁性のCr, Nb, Mo等のbcc構造の膜を用いることも可能である。これらの膜の保磁力は約1000-1500Oeである。磁区制御膜をリフトオフする前に、磁区制御膜の保護膜として薄いCrあるいは貴金属合金、あるいは高融点金属膜を形成しても良い。

【0032】ギャップ膜5をスパッタリング法やCVD法等で作製する。電極膜2層以上の多層であり、低比抵抗かつ高融点材料であるTa, TaW, Ru, Ir, Nb, Ptのうちのいずれかを含むものである。Ta/Au/Ta, Ru/Pt/Ruのような多層膜からなる電極とすることもできる。下層電極膜2の膜厚は200nm以下である。

【0033】また上部ギャップ5はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やAlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>あるいはこれらの混合膜であり、スパッタリング法や低温(250℃以下の基板温度)CVDで形成する。さらにこの上に上部シールド膜(記録ヘッドの下部磁極)7をスパッタリング法あるいはメッキ法により形成し、下部磁極層21, ギャップ膜23, 上部磁極層24及び高比抵抗磁極層25から構成された磁性膜と保護膜22及び保護膜26によって記録ヘッドは保護されている。なお、高比抵抗磁極層25は図6, 図7とは別に、浮上面から1μm以上離すことにより磁極層

25 端部から磁界の漏洩を少なくした方が良い。また、図 7 のように上部シールド膜をトリミングした記録ヘッドの方が端部磁界が減少し、磁界勾配が増加する。

【0034】図 8 は記録再生ヘッドの斜視図の 1 例である。記録部は下部磁極層 103、ギャップ膜 102、上部磁極層 101 及び高比抵抗磁極層 107 から構成された磁性膜から構成され、再生部は、下部シールド膜 106 上の SV 膜 104 に電極膜 105 を通して電流を流し、記録ビット 110 からの漏洩磁界の変化を電圧の変化に変換できる。

【0035】磁気ディスク装置には位置決め系 32、本発明の磁気ヘッド 21、媒体 11、スピンドル 31、信号処理系 33 が搭載されている。

【0036】

【発明の効果】本発明では、記録再生分離ヘッドの再生ヘッドの狭ギャップ狭トラックに対する最適構造と作製法が記載されており、面記録密度  $10\text{Gb/in}^2$  以上の磁気ディスク装置に用いる磁気記録ヘッドを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例である磁気ヘッドの製造方法の一部を示す側断面図。

【図 2】本発明の実施例である磁気ヘッドの製造方法の一部を示す側断面図。

【図 3】本発明の実施例である磁気ヘッドの製造方法の

一部を示す側断面図。

【図 4】本発明の実施例である磁気ヘッドの製造方法の一部を示す側断面図。

【図 5】(1) から (6) までは磁気ヘッドの製造順序を示す側断面図。

【図 6】本発明の他の実施例として示した磁気ヘッドの側断面図。

【図 7】本発明の他の実施例として示した磁気ヘッドの側断面図。

10 【図 8】本発明の記録再生ヘッドの斜視図。

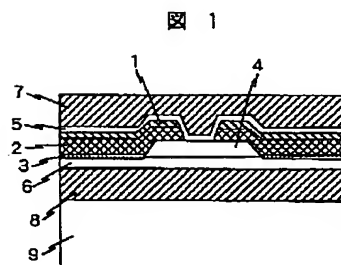
【図 9】本発明の磁気ヘッドを使用した磁気ディスク装置の構成図。

【符号の説明】

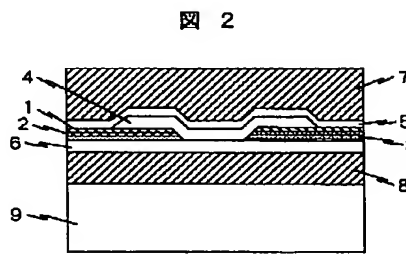
1…上層電極膜、2…下層電極膜、3…磁区制御膜、4…SV (GMR) 膜、5…ギャップ (上部ギャップ) 膜、6…下部ギャップ膜、7…上部シールド膜、8…下部シールド膜、9…基板、11…磁気ディスク、21…下部磁極層、21'…磁気ヘッド、22…保護膜、23…ギャップ膜、24…上部磁極膜、25…高比抵抗磁極層、26…保護膜、31…スピンドル、32…位置決め系、33…信号処理系、101…上部磁極層、102…ギャップ膜、103…下部磁極層、104…SV 膜、105…電極膜、106…基板、107…高比抵抗磁極層、108…上部シールド膜、109…コイル、110…記録ビット。

20

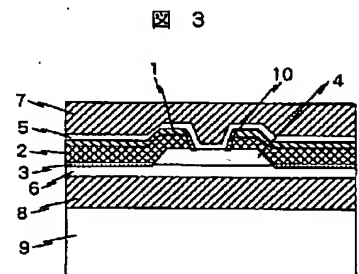
【図 1】



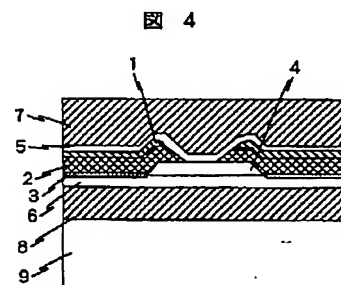
【図 2】



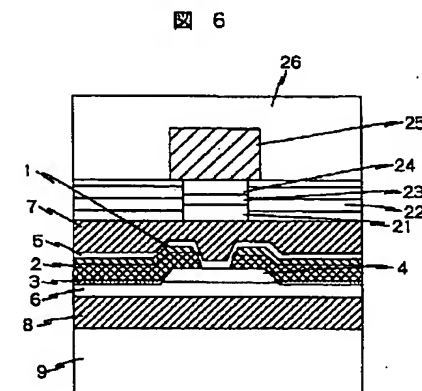
【図 3】



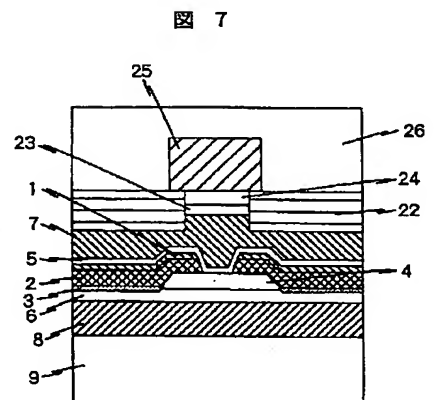
【図 4】



【図 6】

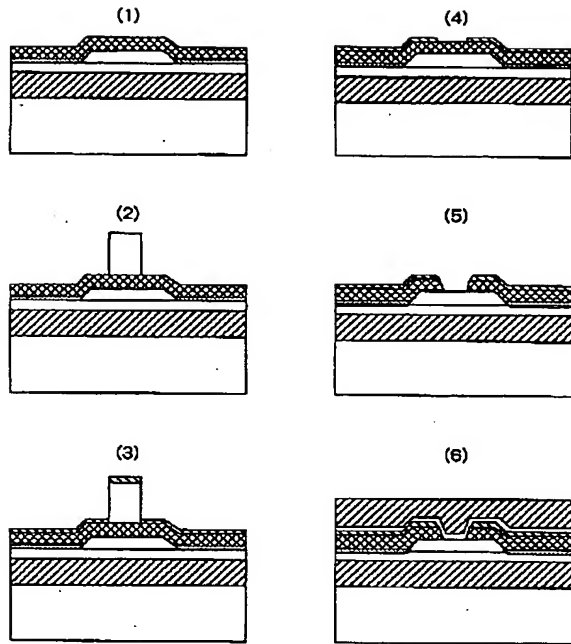


【図 7】



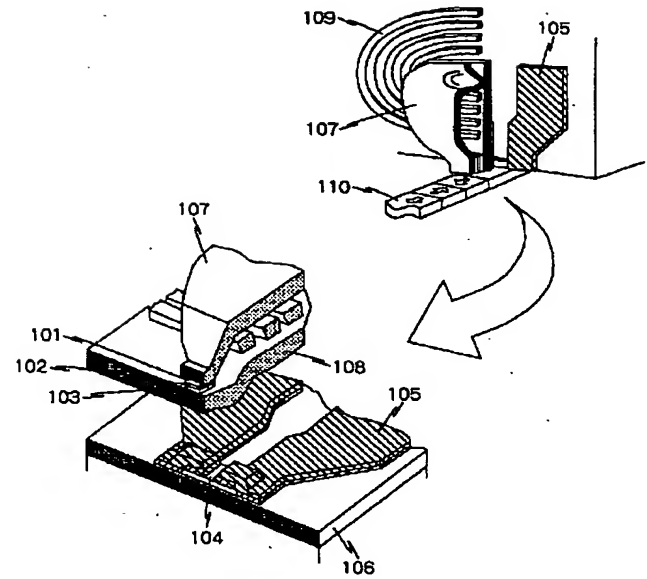
【図 5】

図 5



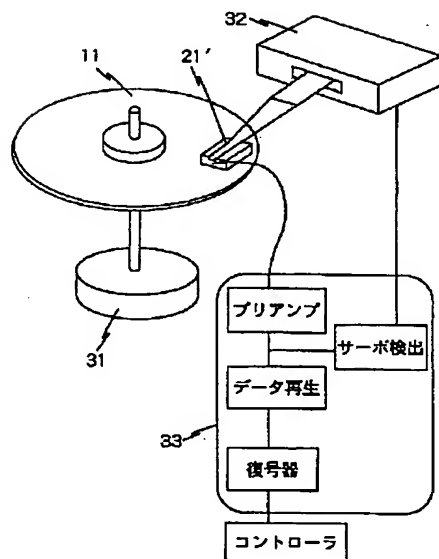
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 府山 盛明  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D034 BA03 BA09 BB08 CA06 DA04  
DA07